

## Patent Abstracts of Japan

P04NM-006EP

PUBLICATION NUMBER : 08177469  
 PUBLICATION DATE : 09-07-96

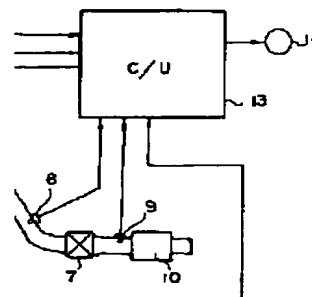
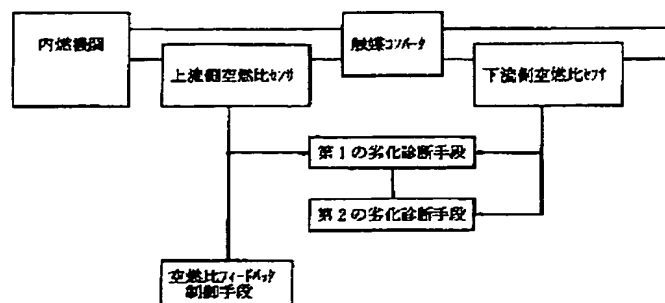
APPLICATION DATE : 28-12-94  
 APPLICATION NUMBER : 06327415

APPLICANT : NISSAN MOTOR CO LTD;

INVENTOR : NAKAJIMA YUKI;

INT.CL. : F01N 3/20 F02D 41/14

TITLE : CATALYST DETERIORATION  
 DIAGNOSTIC DEVICE FOR INTERNAL  
 COMBUSTION ENGINE



ABSTRACT : PURPOSE: To restrain the effect on workability by performing diagnosis by a second deterioration diagnostic means only when the judgement of deterioration can not be performed by a first deterioration diagnostic means by the comparison of output signals of upstream and downstream air-fuel ratio sensors.

CONSTITUTION: When the condition that a catalyst is to be diagnosed in the air-fuel ratio feedback control state is judged, diagnosis is performed by a first deterioration diagnostic means on the basis of the rate of the rich and lean inversion periods of output signals of first and second O<sub>2</sub> sensors 8, 9 on the upstream and downstream sides. When the judgement of deterioration can not be performed by the first deterioration diagnosis by the comparison of the rate with the specified value, diagnosis is performed by a second diagnostic means. That is, the air-fuel ratio of engine intake mixture is forcibly made lean, and this state is detected by the first and second O<sub>2</sub> sensors 8, 9 is confirmed, after that, the air-fuel ratio is inverted into the rich state. The delay time from the time when the rich inversion is detected by the first O<sub>2</sub> sensor 8 to the time when the rich inversion is detected by the second O<sub>2</sub> sensor 9 is measured and compared with the specified value, and the deterioration is diagnosed.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-177469

(43)公開日 平成8年(1996)7月9日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 1 N 3/20	Z A B C			
F 0 2 D 41/14	3 1 0 K			
	F			

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平6-327415

(22)出願日 平成6年(1994)12月28日

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 大羽 拓

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72)発明者 中島 祐樹

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

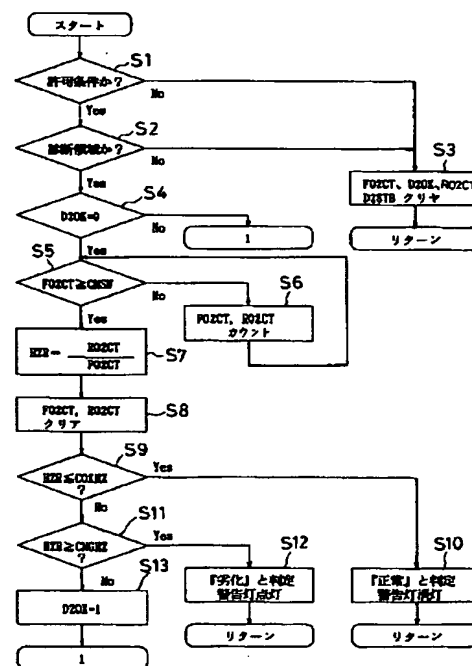
(74)代理人 弁理士 笹島 富二雄

(54)【発明の名称】 内燃機関の触媒劣化診断装置

(57)【要約】

【目的】触媒の劣化を、運転性に大きな影響を与えることなく精度良く診断する。

【構成】空燃比フィードバック制御中において、触媒上流側の酸素センサの出力反転回数F02CT に対する触媒下流側の酸素センサの出力反転回数R02CT の比率HZR( $HZR = R02CT / F02CT$ )を算出する(S7)。そして、前記比率HZR と2つの判定レベルCOKHZ, CNGHZ との比較によって、正常、劣化、診断不能のいずれかに判別する(S9~S13)。そして、前記比率HZR に基づいて診断不能であるときには、空燃比変動を強制的に発生させ、かかる空燃比変動が下流側の酸素センサで検出されるまでの時間に基づき触媒の劣化診断を行わせる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 機関の排気通路に介装された触媒コンバータの上流側に配設された上流側空燃比センサと、前記触媒コンバータの下流側に配設された下流側空燃比センサと、前記上流側空燃比センサによる検出結果に基づいて機関吸入混合気空燃比を目標空燃比に一致させるべく機関への燃料供給量をフィードバック制御する空燃比フィードバック制御手段と、を含んで構成された内燃機関において、

前記上流側空燃比センサの出力と前記下流側空燃比センサの出力との比較に基づいて前記触媒の劣化診断を行う第 1 の劣化診断手段と、該第 1 の劣化診断手段により正常又は劣化のいずれにも診断できないときにのみ、強制的に生じさせた空燃比変動が前記下流側空燃比センサで検出されるまでの応答時間に基づいて前記触媒の劣化診断を行う第 2 の劣化診断手段と、を備えてなる内燃機関の触媒劣化診断装置。

【請求項 2】 前記第 1 の劣化診断手段が、前記上流側空燃比センサの出力周期と前記下流側空燃比センサの出力周期との比率に基づいて前記触媒の劣化診断を行う構成であり、前記比率と相互に異なる 2 つの判定レベルとを比較することで劣化、正常又は診断不能のいずれかの診断結果を出力することを特徴とする請求項 1 記載の内燃機関の触媒劣化診断装置。

【請求項 3】 前記第 2 の劣化診断手段が、前記空燃比フィードバック制御手段に優先して、空燃比を目標空燃比に対してリーン状態に強制的に制御し、かかるリーン状態が前記上流側及び下流側の空燃比センサで検出されている状態から、空燃比を目標空燃比に対してリッチ状態に強制的に切換え制御し、該リーン状態からリッチ状態への切換え制御が上流側空燃比センサで検出されてから前記下流側空燃比センサで前記切換え制御が検出されるまでの応答時間を計測し、該応答時間と判定レベルとの比較に基づいて触媒の劣化、正常を判別することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の触媒劣化診断装置。

【請求項 4】 前記第 2 の劣化診断手段が、前記応答時間に基づく診断を複数回実行し、前記複数回の中で所定割合以上劣化診断されたときに最終的な劣化判定を行い、劣化診断の割合が所定未満であるときに正常判定を行うことを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 つに記載の内燃機関の触媒劣化診断装置。

【請求項 5】 前記第 2 の劣化診断手段により劣化又は正常の判定が行われた後、機関が停止されるまでは、前記第 2 の劣化診断手段による劣化診断を禁止する劣化診断禁止手段を設けたことを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 つに記載の内燃機関の触媒劣化診断装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は内燃機関の触媒劣化診断

2

装置に関し、詳しくは、触媒コンバータの上流側及び下流側にそれぞれ配設された空燃比センサを用いて触媒の劣化を診断するための技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 内燃機関の排気通路に介装された触媒コンバータの上流側及び下流側にそれぞれ酸素センサ（排気中の酸素濃度を介して空燃比を検出する空燃比センサ）を配設し、上流側の酸素センサの出力信号を主にして、機関吸入混合気空燃比を目標空燃比に一致させるための空燃比フィードバック制御を実行すると共に、前記両酸素センサの出力信号の周期比較に基づいて触媒の劣化を診断するよう構成された装置が、例えば特開昭 63-205441 号公報に開示されている。

【0003】 前記空燃比フィードバック制御においては、上流側の酸素センサの出力信号に基づく目標空燃比に対するリッチ・リーン判別による疑似的な比例積分制御によって燃料供給量が制御されるので、上流側の酸素センサの出力信号は、図 3（a）に示すように、周期的に目標空燃比に対するリッチ・リーンを繰り返す。これに対し、触媒コンバータの下流側では、触媒の酸素ストレージ能力により残存酸素濃度の変動が非常に緩やかなものとなるため、下流側の酸素センサの出力信号は、図 3（c）に示すように、上流側の酸素センサの出力信号に比べて振幅が小さくかつ周期が長くなる。

【0004】 ところが、触媒が劣化してくると前記酸素ストレージ能力が低下するため、触媒コンバータの上流側と下流側とで酸素濃度が大きく変わらなくなり、その結果、下流側の酸素センサの出力信号は、図 3（d）に示すように、上流側の酸素センサの出力信号に近似した周期で反転を繰り返すようになり、かつ、その振幅も大きくなってくる。

【0005】 従って、空燃比フィードバック制御中において、上流側の酸素センサのリッチ・リーン反転周期  $T_1$  と下流側の酸素センサのリッチ・リーン反転周期  $T_2$  との比（ $T_1/T_2$ ）を求め、この比が所定以上になったとき、即ち、周期  $T_2$  が短くなったときに、触媒が劣化したものと判定するようにしている。また、特開平 2-30915 号公報には、強制的に空燃比を理論空燃比からリッチ状態に遷移させてから、かかる空燃比のリッチ変動が下流側の酸素センサで検出されるまでの時間（応答時間）が所定以下であるときには、前記酸素ストレージ能力の低下によって前記応答時間が短くなったものと見做して、触媒の劣化診断を行う構成が開示されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記の周期比に基づく診断方法では、周期比と転換効率（劣化レベル）との間には大きなばらつきがあるため、誤判定を避けるためには劣化判定に用いるスライズレベルを比較的大きな値にして、極端に劣化が進行した場合にのみ

劣化判定が行われるようにする必要があり、誤診断を回避しつつ劣化診断の範囲を広げることが困難であるという問題があった。

【0007】一方、前記応答時間に基づく診断方法では、前記応答時間と転換効率（劣化レベル）との間には比較的小さなばらつきしか発生しないため、精度良く広い範囲の転換効率の触媒に対して診断を行うことが可能である。ところが、前記応答時間に基づく診断においては、空燃比を目標空燃比から強制的にずらす必要があるため、運転性、排気性状が悪化する恐れがある。また、前記運転性への悪影響を極力回避するには限られた運転条件で診断を行わせることが必要になるため、前記周期比に基づいて精度の良い劣化判定が行えるような劣化が極端に進んだ触媒であっても、周期比に基づく診断に比べて実際に劣化判定がなされるまでに時間を要してしまうという問題があった。

【0008】本発明は上記問題点を鑑みなされたものであり、特に極端に劣化が進行した触媒に対する劣化判定の応答性を確保しつつ、劣化状態を広範囲に精度良く診断でき、かつ、劣化診断による運転性への影響を極力少なくできる触媒の劣化診断装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】そのため請求項1の発明にかかる内燃機関の触媒劣化診断装置は、図1に示すように構成される。図1において、機関の排気通路に介装された触媒コンバータの上流側と下流側とにそれぞれ空燃比センサが配設される。そして、空燃比フィードバック制御手段は、前記上流側空燃比センサによる検出結果に基づいて機関吸入混合気空燃比を目標空燃比に一致させるべく機関への燃料供給量をフィードバック制御する。

【0010】一方、第1の劣化診断手段は、前記上流側空燃比センサの出力と前記下流側空燃比センサの出力との比較に基づいて前記触媒の劣化診断を行う。また、第2の劣化診断手段は、第1の劣化診断手段により正常又は劣化のいずれにも診断できないときにのみ、強制的に生じさせた空燃比変動が前記下流側空燃比センサで検出されるまでの応答時間に基づいて前記触媒の劣化診断を行う。

【0011】請求項2の発明にかかる内燃機関の触媒劣化診断装置では、前記第1の劣化診断手段が、前記上流側空燃比センサの出力周期と前記下流側空燃比センサの出力周期との比率に基づいて前記触媒の劣化診断を行う構成であり、前記比率と相互に異なる2つの判定レベルとを比較することで劣化、正常又は診断不能のいずれかの診断結果を出力する構成とした。

【0012】請求項3の発明にかかる内燃機関の触媒劣化診断装置では、前記第2の劣化診断手段が、前記空燃比フィードバック制御手段に優先して、空燃比を目標空

燃比に対してリーン状態に強制的に制御し、かかるリーン状態が前記上流側及び下流側の空燃比センサで検出されている状態から、空燃比を目標空燃比に対してリッチ状態に強制的に切換え制御し、該リーン状態からリッチ状態への切換え制御が上流側空燃比センサで検出されてから前記下流側空燃比センサで前記切換え制御が検出されるまでの応答時間を計測し、該応答時間と判定レベルとの比較に基づいて触媒の劣化、正常を判別する構成とした。

10 【0013】請求項4の発明にかかる内燃機関の触媒劣化診断装置では、前記第2の劣化診断手段が、前記応答時間に基づく診断を複数回実行し、前記複数回の中で所定割合以上劣化診断されたときに最終的な劣化判定を行い、劣化診断の割合が所定未満であるときに正常判定を行う構成とした。請求項5の発明にかかる内燃機関の触媒劣化診断装置では、前記第2の劣化診断手段により劣化又は正常の判定が行われた後、機関が停止されるまでは、前記第2の劣化診断手段による劣化診断を禁止する劣化診断禁止手段を設ける構成とした。

20 【0014】

【作用】請求項1の発明にかかる内燃機関の触媒劣化診断装置によると、第1の劣化診断手段によって上流側空燃比センサの出力と下流側空燃比センサの出力との比較に基づいて触媒の正常又は劣化が診断できたときには、第2の劣化診断手段による診断は行われず、第1の劣化診断手段によって劣化又は正常のいずれにも診断できないときにのみ、第2の劣化診断手段による劣化診断が行われる。

30 【0015】即ち、両空燃比センサの出力信号を比較して行われる劣化診断では、明らかに正常或いは劣化と認められる場合に判断を下し、ばらつき影響で正常或いは劣化のいずれにも判別できないときに、より明確な劣化診断が可能である第2の劣化診断手段により劣化診断を行わせるものである。従って、極端に劣化が進行している場合や明らかに正常と認められるときには、第1の劣化診断手段によって応答良く診断結果を提供し、第1の劣化診断手段によって誤診断する可能性のある状態にあるときには、第2の劣化診断手段による診断を行わせて信頼性の高い診断結果を提供する。

40 【0016】請求項2の発明にかかる内燃機関の触媒劣化診断装置によると、前記上流側空燃比センサの出力周期と前記下流側空燃比センサの出力周期との比率に基づいて、触媒の酸素ストレージ能力の低下による下流側空燃比センサの出力周期の短縮化を判別するが、ここで前記周期の比率と相互に異なる2つの判定レベルとを比較させ、正常、劣化、診断不能の3種類の状態に前記比率を判別する。

50 【0017】請求項3の発明にかかる内燃機関の触媒劣化診断装置によると、第2の劣化診断手段においては、まず、空燃比をリーン化させておいてからリッチ側に反

5

転させ、かかる空燃比反転が上流側空燃比センサで検出されてから下流側空燃比センサで検出されるまでの応答時間を計測する。空燃比がリーンであれば、酸素ストレージ能力によって触媒に多くの酸素が貯蔵されることになるから、空燃比がリッチに反転しても、大きな応答遅れをもって触媒下流側の酸素濃度が変化することになり、前記応答時間がある時間以内になった場合には、前記酸素ストレージ能力が許容レベル以下に低下したものと判断し、触媒劣化を判定する。

【0018】請求項4の発明にかかる内燃機関の触媒劣化診断装置によると、第1の劣化診断手段で診断できずに第2の劣化診断手段による診断を行わせるに当たって、1回の応答時間の計測で直ちに判断を下すのではなく、複数回に渡って空燃比変動の発生と応答時間の計測とを行わせ、劣化状態を示す応答時間が所定割合以上の確率で計測されて初めて劣化判断を下し、第2の劣化診断手段による診断精度の確保を図る。

【0019】請求項5の発明にかかる内燃機関の触媒劣化診断装置によると、第2の劣化診断手段による診断で劣化又は正常の最終判断が下された後は、機関が停止されるまでは、第2の劣化診断手段による劣化診断を禁止し、空燃比変動を伴う第2の劣化診断手段による劣化診断の頻度を低くする。

【0020】

【実施例】以下に本発明の実施例を説明する。図2は実施例のシステム構成図である。この図2において、内燃機関1の吸気通路2には、各気筒の吸気ポートに向けて燃料を噴射供給する燃料噴射弁3が各気筒毎に配設されていると共に、吸入空気量を調整するスロットル弁4が介装されており、更に、前記スロットル弁4の上流側には吸入空気流量Qを検出する熱線式等のエアフローメータ5が配設されている。

【0021】一方、排気通路6には、例えば三元触媒を用いた触媒コンバータ7が介装されており、該触媒コンバータ7の上流側と下流側とは、機関吸入混合気の空燃比と密接な関係にある排気中の酸素濃度を検出する第1、第2酸素センサ8、9がそれぞれ配設されている。前記第1、第2酸素センサ8、9は、排気中の酸素濃度に応じた起電力を発生するもので、特に理論空燃比を境に起電力が急変し、理論空燃比よりもリッチ側（過濃側）で高レベル（約1V程度）の起電力を発生し、リーン側（希薄側）で低レベル（約100mV程度）の起電力を発生する。尚、前記第1酸素センサ8が上流側空燃比センサに相当し、前記第2酸素センサ9が下流側空燃比センサに相当する。

【0022】前記下流側の第2酸素センサ9の下流には、マフラ10が介装され、前記触媒コンバータ7及びマフラ10を介して機関排気が排出される。また、機関1の冷却水温度Twを検出する水温センサ11、所定クランク角毎にパルス信号を発するクランク角センサ12が設けら

6

れており、前記クランク角センサ12からのパルス信号に基づいて機関回転数Nが算出される。

【0023】マイクロコンピュータを内蔵したコントロールユニット13は、前記エアフローメータ5で検出される吸入空気流量Q及び前記クランク角センサ12からのパルス信号に基づいて算出した機関回転数Nに基づいて基本パルス巾（基本燃料噴射量）Tpを $Tp = K \times Q / N$ （Kは定数）として演算し、更に、かかる基本パルス巾に種々の増量補正や空燃比フィードバック補正を施して最終的な噴射パルス巾（燃料噴射量）TIを決定する。

【0024】具体的には、次式に従ってパルス巾TIが算出される。

$$TI = Tp \times COEF \times \alpha + Ts$$

ここで、COEFは各種増量補正係数であり、例えば水温Twに応じた水温増量補正、高速高負荷時の空燃比補正などからなる。Tsは、燃料噴射弁の無効噴射時間を補償するようにバッテリー電圧に応じて付加される電圧補正分である。

【0025】また、 $\alpha$ は、主に上流側の第1酸素センサ8の出力信号に基づいて演算される空燃比フィードバック補正係数である。即ち、第1酸素センサ8の出力信号を目標空燃比（理論空燃比）相当のスライスレベルと比較して実際の空燃比の目標空燃比に対するリッチ・リーンを判別し、かかる判別結果に基づく疑似的な比例積分制御によって求められる値であり、初期値の1.0以上に制御されればリッチ側へ、1.0以下に制御されればリーン側へ空燃比が制御されることになる。

【0026】図3の(a)は、前記空燃比フィードバック制御中の第1酸素センサ8の出力信号の一例を示し、

(b)は前記出力信号に対応する空燃比フィードバック補正係数 $\alpha$ を示している。前記空燃比フィードバック補正係数 $\alpha$ は、上述したように、疑似的な比例積分制御により求められるもので、第1酸素センサ8の出力が所定のスライスレベルを横切ってリッチ側からリーン側へ反転すると、補正係数 $\alpha$ には一定の比例分Piが加算され、かつ、所定の積分定数Iiによる傾きで積分分が徐々に加算されていく。同様に、リーン側からリッチ側へ反転すると、補正係数 $\alpha$ から一定の比例分Piが減算され、かつ、所定の積分定数Iiによる傾きで積分分だけ徐々に減算されていく。このような作用の繰り返しによって、実際の空燃比は1~2Hz程度の周期で変化しつつ略理論空燃比近傍に維持される。

【0027】上記のコントロールユニット13による空燃比フィードバック補正係数 $\alpha$ の比例積分制御機能が、本実施例における空燃比フィードバック制御手段に相当する。尚、燃料増量補正を行う必要がある低水温時や高速高負荷時、或いは、減速中の燃料カット時等には、上記空燃比フィードバック補正係数 $\alpha$ が1にクランプされ、実質的にオープン制御状態となる。

【0028】一方、下流側の第2酸素センサ9の出力信

7

号に基づくリッチ・リーンの判別結果から、前記比例積分制御で用いる比例分 $P_L$ 、 $P_R$ が、第2酸素センサ9で検出される空燃比が目標空燃比（理論空燃比）に近づく方向に補正されるようにしてある。尚、第1、第2酸素センサ8、9の出力信号に基づく空燃比フィードバック制御を、上記に示した例に限定するものではなく、特に下流側の第2酸素センサ9の出力に基づく補正制御は、第1酸素センサ8の出力信号に基づきリッチ・リーン判別するとき用いるスライスレベルを補正する構成や、リッチ・リーン反転から比例制御を行わせるまでのディレー時間を、第2酸素センサ9の出力に基づいて制御する構成などであっても良い。

【0029】ところで、本実施例において、前記コントロールユニット13は、後述するようにして前記触媒コンバータ7の触媒の劣化診断を行い、所定レベル以上の劣化が判定されたときには、警告灯14を点灯させ、運転者に警告するよう構成されている。ここで、図4及び図5のフローチャートに従って前記触媒劣化診断の実施例を詳細に説明する。尚、本実施例において、第1の劣化診断手段、第2の劣化診断手段としての機能は、前記図4及び図5のフローチャートに示すように、コントロールユニット13がソフトウェア的に備えている。

【0030】図4及び図5のフローチャートに示すルーチンは所定時間毎に繰り返し実行されるものであり、まず、ステップ1（図中ではS1としてある。以下同様）では、触媒劣化の診断条件が成立しているか否かを判別する。この診断条件とは、機関始動時の水温が所定値以上であること、機関暖機完了後所定時間が経過していること、下流側の第2酸素センサ9が活性化していること（活性状態は出力信号レベルに基づいて判断される）の3条件であり、全ての条件を満たす場合に限りてステップ2へ進む。

【0031】ステップ2では、現在の機関運転条件が、前記空燃比フィードバック制御を行う領域内にあるか否かの判定を行う。具体的には、車速が所定範囲内にあること、機関回転数 $N$ が所定範囲内にあること、基本バルス巾 $T_p$ で代表される機関負荷が所定範囲内にあることを、フィードバック制御の条件としており、これらの全ての条件を満たす場合に、空燃比フィードバック制御が行われる状態であって、触媒の診断が行える条件であると判断してステップ4へ進み、空燃比フィードバック制御が実行されない条件であるときには、触媒の診断も不能であるとして、ステップ3へ進み、各種パラメータ（後述する $F02CT$ 、 $R02CT$ 、 $D20K$ 、 $D2STB$ ）をクリアする。

【0032】即ち、本実施例では、後述するように、空燃比フィードバック制御に伴って目標空燃比に対するリッチ・リーンを繰り返すときの第1、第2酸素センサ8、9の出力変動周期に基づいて触媒の劣化診断を行うので、空燃比フィードバック制御中であることが、劣化診断の必要条件となる。ステップ4では、第2診断への

8

移行を示すフラグ $D20K$ に0がセットされていて、第1診断を行うべき条件にあるか否かを判別する。尚、第1診断（第1の劣化診断手段）とは、後述するように、第1、第2酸素センサ8、9の出力信号の周期比に基づく劣化診断を示し、第2診断（第2の劣化診断手段）とは、空燃比変動に対する触媒下流側での応答遅れ時間に基づく劣化診断を示す。

【0033】前記フラグ $D20K$ が0であるときには、ステップ5へ進み、上流側の第1酸素センサ8のリッチ・リーン反転回数を計数するカウンタ $F02CT$ が所定値 $CMSW$ 以上になっているか否かを判別する。前記リッチ・リーン反転回数とは、第1、第2酸素センサ8、9の出力信号が理論空燃比相当のスライスレベルを横切って空燃比のリッチからリーンへの又はリーンからリッチへの反転を示した状態の回数を示すものである。

【0034】ここで、前記リッチ・リーン反転回数 $F02CT$ が所定値 $CMSW$ 未満であるときには、ステップ6へ進んで、上流側の第1酸素センサ8のリッチ・リーン反転回数 $F02CT$ 及び下流側の第2酸素センサ9のリッチ・リーン反転回数 $R02CT$ との計数を行わせる。一方、ステップ5で、上流側の第1酸素センサ8のリッチ・リーン反転回数 $F02CT$ が所定値 $CMSW$ 以上になったことが判別されると、ステップ7へ進んで、前記反転回数 $R02CT$ 、 $F02CT$ の比率 $HZR$ （ $HZR = R02CT / F02CT$ ）を算出する。

【0035】触媒が劣化しておらず、所期の酸素ストレージ能力を有する場合には、上流側の反転回数 $F02CT$ に対して下流側の反転回数 $R02CT$ は所定以上に小さな値となるが、触媒劣化に伴って酸素ストレージ能力が低下すると、下流側の反転回数 $R02CT$ が劣化の進行に伴って上流側の反転回数 $F02CT$ に徐々に近づくことになり、結果、前記比率 $HZR$ は、劣化進行に応じて大きな値となる（図3参照）。

【0036】尚、前記比率 $HZR$ は、上流側の第1酸素センサ8のリッチ・リーン反転周期に対する下流側の第2酸素センサ9のリッチ・リーン反転周期の比率を示すことになる。従って、反転回数を計数させる代わりに、反転周期又は反転周波数を検出させる構成であっても良い。ステップ8では、前記反転回数 $R02CT$ 、 $F02CT$ をそれぞれクリアし、次の反転回数の計測に備える。

【0037】ステップ9では、前記比率 $HZR$ と正常判定に用いる所定値 $C0KHZ$ （判定レベル）とを比較し（図6参照）、前記比率 $HZR$ が所定値 $C0KHZ$ 以下であって十分に小さいときには、触媒が所期の酸素ストレージ能力を発揮しているものと判断し（図3参照）、ステップ10へ進んで、「正常」の判定を下し、触媒劣化を示す前記警告灯14を消灯する。

【0038】一方、ステップ9で前記比率 $HZR$ が所定値 $C0KHZ$ を越えていると判断され、少なくとも正常と判定できない状態であるときには、ステップ11へ進み、劣化判定に用いる判定レベルとしての所定値 $CNGHZ$ （図6

9

参照)と前記比率H Z Rとを比較する。ここで、前記比率H Z Rが前記所定値CNGHZ 以上であるときには、明らかに劣化と認められる程度に触媒の酸素ストレージ能力が低下しているために、下流側の第2酸素センサ9の出力信号の反転周期が、上流側の第1酸素センサ8の反転周期に近づいているものと見做し(図3参照)、ステップ12へ進んで、「劣化」の判定を下し、触媒劣化を示す前記警告灯14を点灯させ、運転者に警告する。

【0039】また、ステップ11で、前記比率H Z Rが前記所定値CNGHZ 未満であると判別されたときには、前記比率H Z Rに基づく診断では、正常とも劣化とも判定できない状態(診断不能状態)であり、この場合には、後述するように異なる方法を用いて劣化診断を行う第2診断を実行させるべく、ステップ13へ進み、前記フラグD2OKに1をセットする。

【0040】即ち、前記比率H Z Rと実際の酸素ストレージ能力(触媒の劣化レベル或いは転換効率)との関係には大きなばらつきが発生が予測されるため、1つの判定レベルに基づいて正常、劣化の2つに弁別する構成とすると、誤診断を招く恐れがある。そこで、明らかに劣化又は正常と判定できる領域を、2つの所定値COKHZ, CNGHZ (判定レベル)で判別させ、誤診断の可能性がある領域(2つの所定値COKHZ, CNGHZ で挟まれる領域: 図3参照)については診断不能として、後述する異なる診断方法による第2診断によって劣化診断を行わせる。

【0041】ステップ13で前記フラグD2OKに1をセットすると、第2診断を実行すべくステップ14へ進む。尚、前記ステップ4でフラグD2OKに1がセットされていると判別れたときには、ステップ4からステップ14へジャンプして進む。ステップ14では、第2診断を行う準備ができていないか否かを示すフラグD2STBの判別を行う。ここで、前記第2診断を行う準備とは、機関吸入混合気の空燃比を強制的にリーン化し、かかるリーン状態が第1、第2酸素センサ8、9によってそれぞれ検出されている状態を示すものとする。

【0042】前記フラグD2STBに0がセットされている、第2診断の準備ができていないときには、ステップ15へ進み、空燃比フィードバック補正係数 $\alpha$ を、予め空燃比をリーン化すべく設定された所定値 $\alpha_L$ に強制的にクランプする。そして、次のステップ16では、上流側の第1酸素センサ8の出力信号F02と、リーン判定のスライスレベルSLLとを比較し、前記出力信号F02が前記スライスレベルSLL未満となって、上流側の第1酸素センサ8で空燃比のリーン化が検出されると、ステップ17へ進む。

【0043】ステップ17では、同様に下流側の第2酸素センサ9の出力信号R02と、リーン判定のスライスレベルSLLとを比較し、前記出力信号R02が前記スライスレベルSLL未満となって、下流側の第2酸素センサ9で空燃比のリーン化が検出されると、ステップ18へ進

10

で、前記フラグD2STBに1をセットする。そして、ステップ19では、空燃比をリッチ状態に反転させるべく予め設定された所定値 $\alpha_R$ に空燃比フィードバック補正係数 $\alpha$ を強制的にクランプする。これにより、理論空燃比に対するリーン状態からリッチ状態への空燃比の変動を強制的に生ぜしめるものである。

【0044】次のステップ20では、上流側の第2酸素センサ8の出力信号F02と、リッチ判定のスライスレベルSLRとを比較し、前記出力信号F02が前記スライスレベルSLRを越えてリッチ反転が検出されるまでは、ステップ21へ進んで、下流側の第2酸素センサ9の応答時間を計測するためのタイマTIMERをゼロリセットする。即ち、空燃比フィードバック補正係数 $\alpha$ を $\alpha_L$ から $\alpha_R$ に切換え、かかる切換えによる空燃比のリーン→リッチ反転が、上流側の第1酸素センサ8で実際に検出されるようになるまでは、前記タイマTIMERはゼロに保持される。

【0045】ここで、前記出力信号F02が前記スライスレベルSLRを越えてリッチ反転が検出されると、ステップ22へ進んで前記タイマTIMERをインクリメントさせ、ステップ23では、下流側の第2酸素センサ9の出力信号R02と、リッチ判定のスライスレベルSLRとを比較し、前記出力信号R02が前記スライスレベルSLRを越えてリッチ反転が検出されるまでは、前記ステップ22における前記タイマTIMERをインクリメントを継続させる。従って、前記タイマTIMERは、上流側の第1酸素センサ8によってリーン→リッチ反転が検出されてから、下流側の第2酸素センサ9でかかる空燃比反転が検出されるまでの遅れ時間を計測することになる。

【0046】そして、ステップ23で下流側の第2酸素センサ9によって空燃比のリッチ反転が検出されたことが判別されると、ステップ24へ進む。ステップ24では、前記タイマTIMERの値、即ち、上流側の第1酸素センサ8でリーン→リッチ反転が検出されてから下流側の第2酸素センサ9でかかる反転が遅れて検出されるまでに要した応答時間と、所定値TMOKとを比較する(図7参照)。

【0047】ここで、前記タイマTIMERの値が所定値TMOK以上であるときには、触媒の酸素ストレージ能力によって触媒上流側でのリーン→リッチ反転に対して触媒下流側での空燃比反転が所期の遅れを見せたものと判断し、ステップ25へ進む。即ち、空燃比のリーン状態では酸素ストレージ能力によって触媒に多くの酸素が貯蔵されるから、触媒上流側の酸素濃度が低下しても(排気空燃比がリッチに反転しても)、触媒下流側では、前記貯蔵された酸素によって酸素濃度が低下(排気空燃比のリッチ化)が遅れることになるものである。

【0048】ステップ25では、「正常」の判定を下し、触媒劣化を示す前記警告灯14を消灯させる。一方、ステップ24で、前記タイマTIMERの値が所定値TMOK未満であると判別されたときには、触媒劣化に伴う酸素ストレー

ジ能力の低下によって比較的応答遅れなく触媒下流側の排気空燃比が変動したものと判断し、ステップ26へ進む。

【0049】ステップ26では、「劣化」の判定を下し、触媒劣化を示す前記警告灯14を点灯させ、運転者に警告する。上記のように強制的な空燃比変動を発生させたときに、触媒下流側の排気空燃比が遅れて変動するときの応答遅れ時間に基づく劣化診断では、上流側の第1酸素センサ8のリーン→リッチ反転から下流側の第2酸素センサ9のリーン→リッチ反転までの時間に基づいて診断を行うことになるから、前記時間と酸素ストレージ能力との相関にばらつきが比較的少なく、所定の基準に基づいて劣化又は正常を明確に診断できる(図7参照)。これに対し、前述の第1診断における周期比率に基づく診断では、周期比率の変動ばらつきが比較的大きいため、中間的な劣化状態では誤診断の可能性が高い(図6参照)。

【0050】しかしながら、第2診断では、診断のために強制的に空燃比変動を発生させる必要があるため、運転性、排気性状に悪影響を及ぼす可能性があるのに対し、第1診断では、空燃比フィードバック制御中の酸素センサ出力をモニタする構成であるから、運転性への影響はない。そこで、第1診断で明確な診断結果を出力できないときに限って第2診断を行わせることで、第1診断で明確に正常又は劣化と判定できるときには、運転性に影響を与える第2診断を実行することなく第1診断によって応答良く診断結果を提供できるようにする一方、第1診断で誤診断する可能性がある状態では、より精度の良い第2診断を実行させて、信頼性の高い診断結果を提供できるようにしている。

【0051】図8及び図9のフローチャートは、第2実施例の診断制御を示すものであり、図4のフローチャートに示される①から図8のフローチャートの①に流れるものとする。従って、図4のフローチャートに示される部分については説明を省略し、第2実施例において特徴を有する第2診断に関わる図8及び図9のフローチャートに示される部分を説明する。

【0052】本第2実施例では、第1診断により診断不能であるときには、ステップ31へ進み、第2診断の許可フラグD2G0の判別を行う。前記許可フラグD2G0は、診断許可状態を示す1が始動時にセットされるようになっている。ステップ31で許可フラグD2G0に1がセットされていると判別されると、ステップ32に以降へ進む。

【0053】ステップ32～ステップ41の処理は、空燃比を一旦リーンに制御してからリッチに反転させ、かかる反転が上流側の第1酸素センサ8で検出されてから下流側の第2酸素センサ9で検出されるようになるまでの時間を計測するものであり、前記図5のフローチャートに示されるステップ14～ステップ23の処理と全く同様であるので説明を省略する。

【0054】ステップ41で下流側の第2酸素センサ9で空燃比のリッチ反転が検出されると、ステップ42へ進み、第2診断の実行回数を計数するカウンタD2COUNTをカウントアップさせる。尚、前記第2診断実行回数D2COUNTは、始動時にゼロリセットされるようになっている。ステップ43では、前記第2診断実行回数D2COUNTと、第2診断の実行回数の最大値を示す所定値D2MAXとを比較し、第2診断の実行回数が最大値に達していないときには、ステップ44へ進む。

【0055】ステップ44では、上流側の第1酸素センサ8が空燃比のリーン→リッチ反転を検出してから、かかる反転を下流側の第2酸素センサ9が検出するまでの触媒の酸素ストレージ能力による遅れ時間を示すタイマTIMERの値と所定値TMOXとを比較する。ここで、タイマTIMERの値が所定値TMOX以上であって、触媒は正常であると見込まれる場合には(図7参照)、再度第2診断を行わせるようにするが、タイマTIMERの値が所定値TMOX未満であって触媒の劣化が見込まれるときには(図7参照)、ステップ45へ進んで第2診断による劣化判定回数D2NGをカウントアップさせる。尚、前記劣化判定回数D2NGは始動時にはクリアされているものとする。

【0056】そして、次のステップ46では、前記カウントアップさせた劣化判定回数D2NGと所定値D2NGSLとを比較し、劣化判定回数D2NGが所定値D2NGSL未満であるときには、再度第2診断を行わせるようにするが、劣化判定回数D2NGが所定値D2NGSL以上であるときには、ステップ47へ進んで触媒の「劣化」を判定し、警告灯14を点灯し、更に、次のステップ48では、第2診断の許可フラグD2G0をゼロリセットし、その後機関が停止されるまでの間は、第2診断の実行を禁止する(劣化診断禁止手段)。前記許可フラグD2G0は始動時に1がセットされるようになっているから、再始動時には第2診断が行える状態となる。

【0057】一方、ステップ43で、第2診断の実行回数が最大値に達したと判別されたとき、即ち、最大値D2MAXだけ第2診断を実行した中で、劣化判定の回数が所定値D2NGSLに達しなかったときには、ステップ49へ進んで、触媒の「正常」を判定し、警告灯14を消灯する。更に、ステップ50へ進んで、前記第2診断の許可フラグD2G0をゼロリセットし、その後機関が停止されるまでの間は、第2診断の実行を禁止する(劣化診断禁止手段)。

【0058】即ち、前記比率HZRに基づく第1診断で正常又は劣化のいずれにも判別できない場合には、強制的な空燃比変動に対する下流側の排気空燃比の応答遅れ時間に基づく第2診断を複数回に渡って実行し、かかる複数回の診断において所定回数以上(所定割合以上)劣化判定がなされたときに初めて最終的な劣化判定を行い、それ以外は正常と判定させるものであり、更に、前記複数回に渡る劣化診断を行った後は、その後機関が停止されるまでの間、第2診断の実行を禁止するものであ



る。

【0059】かかる構成によれば、複数回に渡る第2診断の実行によって判定精度を向上させた上で、その後の第2診断が禁止され、運転性に影響を与える第2診断の実行頻度をより低下させることが可能となる。即ち、第2実施例によれば、第1実施例と同様に、第2診断の実行は第1診断で診断不能な場合に限定され、更に、その実行回数は1トリップ中に最大でも前記最大値D2MAXに限定されることになり、診断精度を確保しつつ、第2診断の実行による運転性への影響を極力小さくできるものである。

【0060】

【発明の効果】以上説明したように請求項1の発明にかかる内燃機関の触媒劣化診断装置によると、極端に劣化が進行している場合や明らかに正常と認められるときには、上下流の空燃比センサ間での出力信号の比較に基づく劣化診断によって応答良く診断結果を提供できる一方、前記出力信号の比較に基づく劣化診断によっては誤診断する可能性のある状態にあるときに限って、より信頼性の高い空燃比変動に対する応答時間に基づく劣化診断を行わせるので、信頼性の高い診断結果を提供しつつ劣化診断による運転性への影響を抑制できるという効果がある。

【0061】請求項2の発明にかかる内燃機関の触媒劣化診断装置によると、上下流の空燃比センサ間での出力信号の比較に基づく劣化診断において、前記出力信号の周期比率と相互に異なる2つの判定レベルとの比較によって、触媒を正常、劣化、診断不能の3種類のいずれかの状態に判別できるという効果がある。請求項3の発明にかかる内燃機関の触媒劣化診断装置によると、空燃比を強制的にリーン化させておいてからリッチに反転させ、かかる空燃比反転に対する触媒下流側の空燃比変化の応答遅れ時間から、酸素ストレージ能力の低下を伴う触媒劣化を精度良く診断できるという効果がある。請求項4の発明にかかる内燃機関の触媒劣化診断装置によると、前記応答時間に基づく劣化診断を複数回に渡って行わせ、劣化状態を示す応答時間が所定以上の確率で計測されて初めて劣化判断を下すから、一層精度の良い診断

結果を提供できるという効果がある。

【0062】請求項5の発明にかかる内燃機関の触媒劣化診断装置によると、前記応答時間に基づく劣化診断で触媒の劣化又は正常が診断された後は、機関が停止されるまで前記応答時間に基づく劣化診断が再実行されることがないので、空燃比変動を伴う劣化診断の実行頻度を低くでき、劣化診断による運転性への影響を十分に抑制できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1の発明にかかる触媒劣化診断装置の構成ブロック図。

【図2】実施例のシステム構成図。

【図3】空燃比フィードバック制御と酸素センサ出力との相関を示す図。

【図4】第1実施例の触媒劣化診断制御を示すフローチャート。

【図5】第1実施例の触媒劣化診断制御を示すフローチャート。

【図6】周期比率に基づく劣化診断の特性を示す線図。

【図7】応答時間に基づく劣化診断の特性を示す線図。

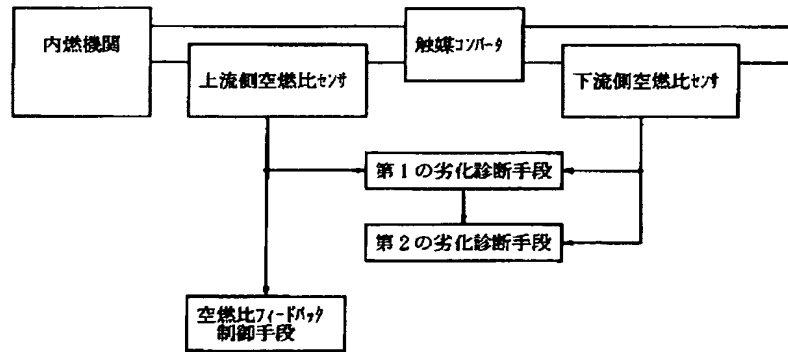
【図8】第2実施例の触媒劣化診断制御を示すフローチャート。

【図9】第2実施例の触媒劣化診断制御を示すフローチャート。

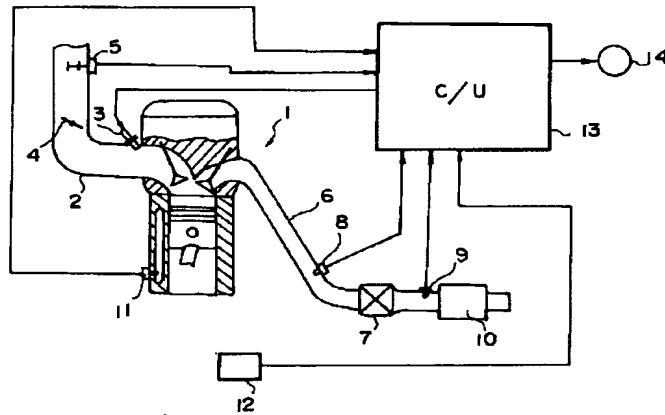
【符号の説明】

- 1 内燃機関
- 2 吸気通路
- 3 燃料噴射弁
- 4 スロットル弁
- 5 エアフローメータ
- 6 排気通路
- 7 触媒コンバータ
- 8 第1酸素センサ
- 9 第2酸素センサ
- 11 水温センサ
- 12 クランク角センサ
- 13 コントロールユニット
- 14 警告灯

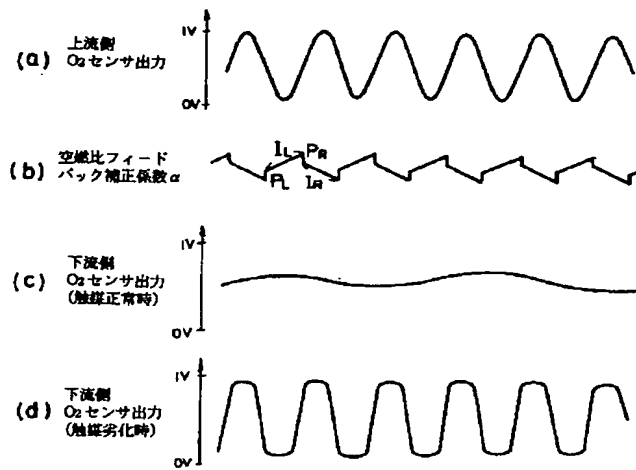
【図1】



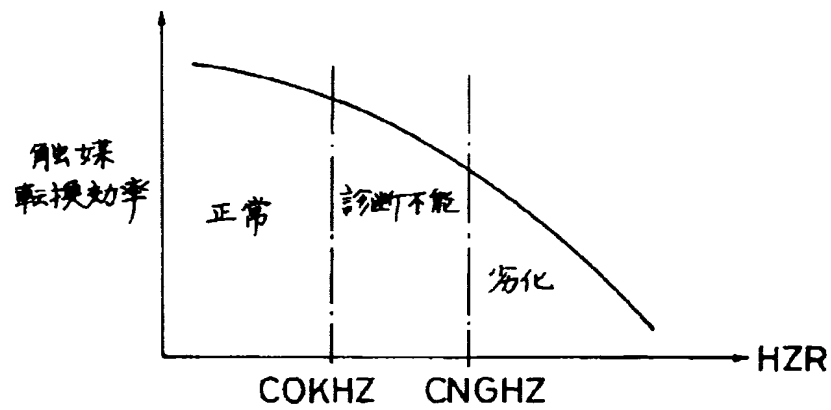
【図2】



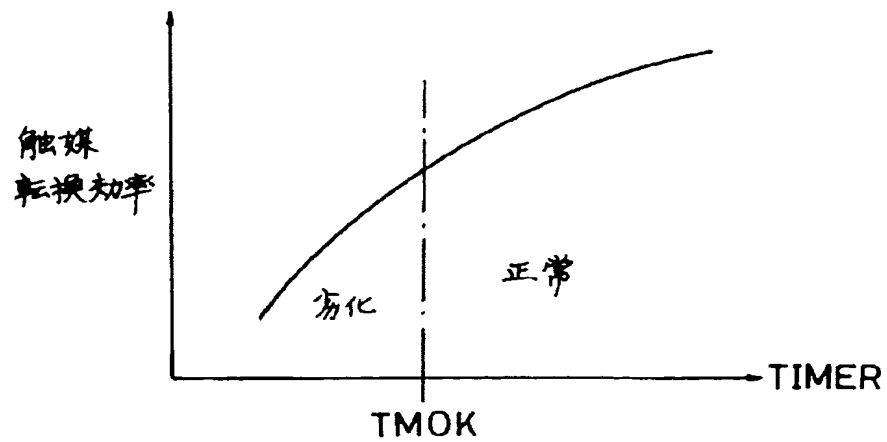
【図3】



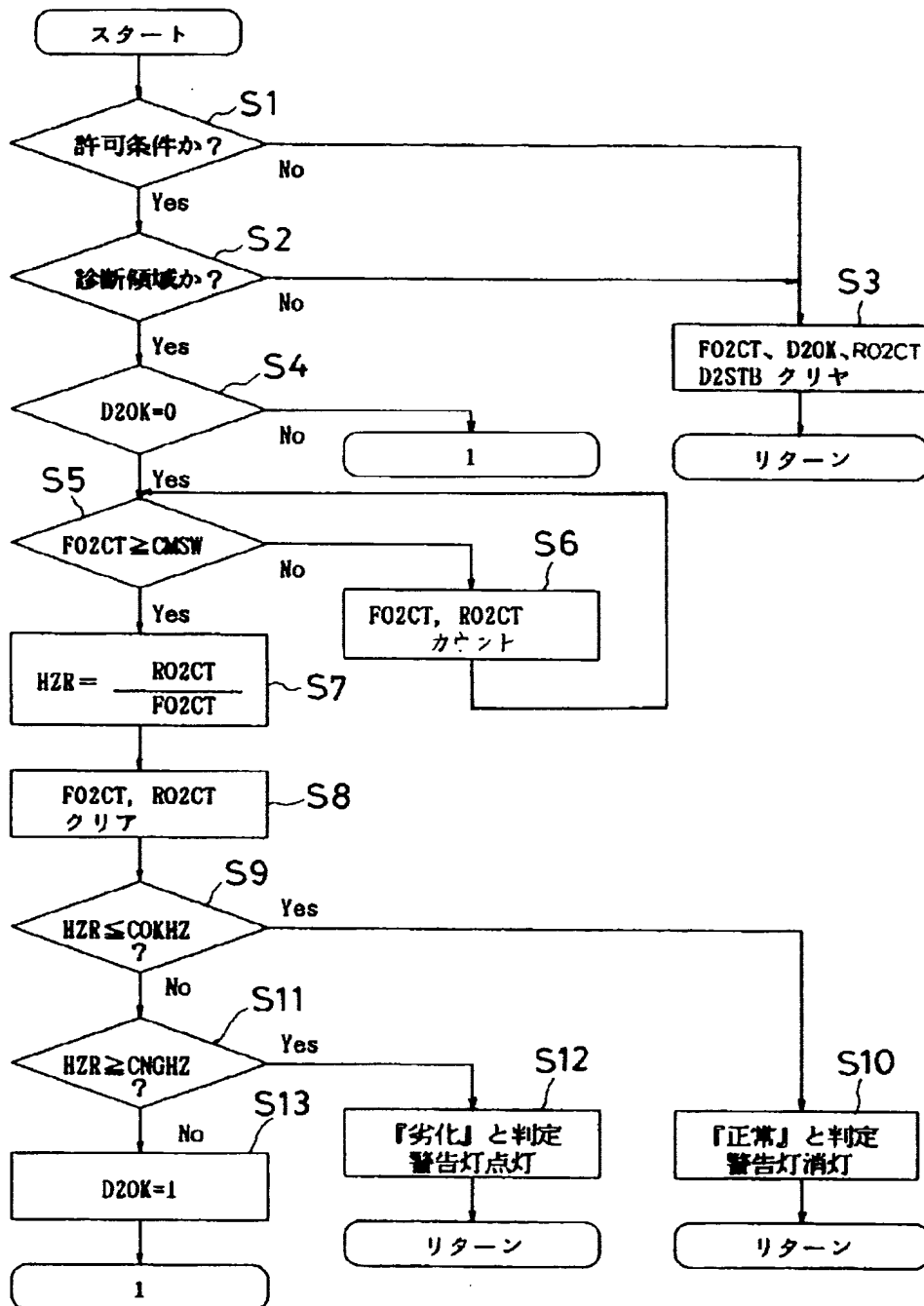
【図6】



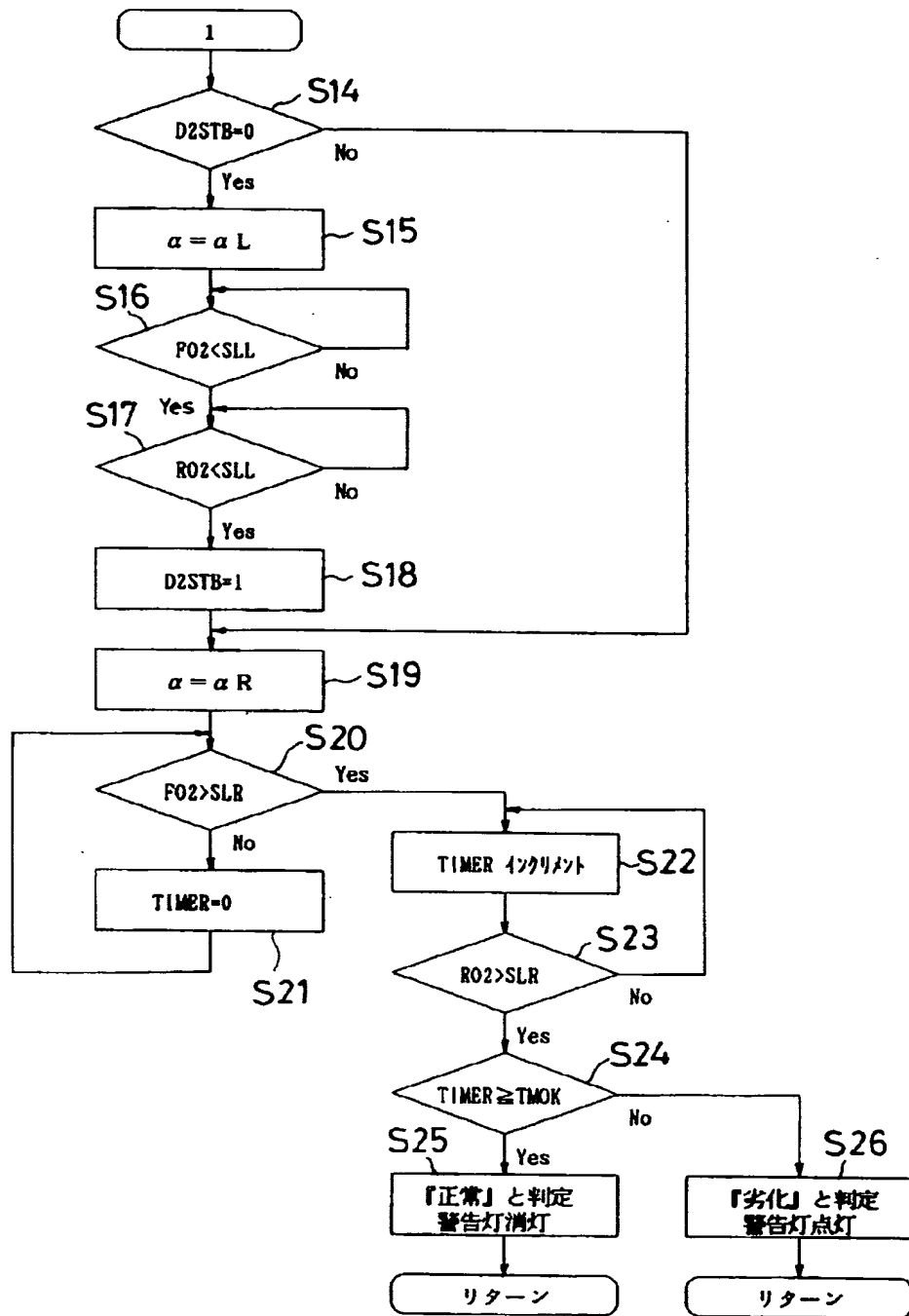
【図7】



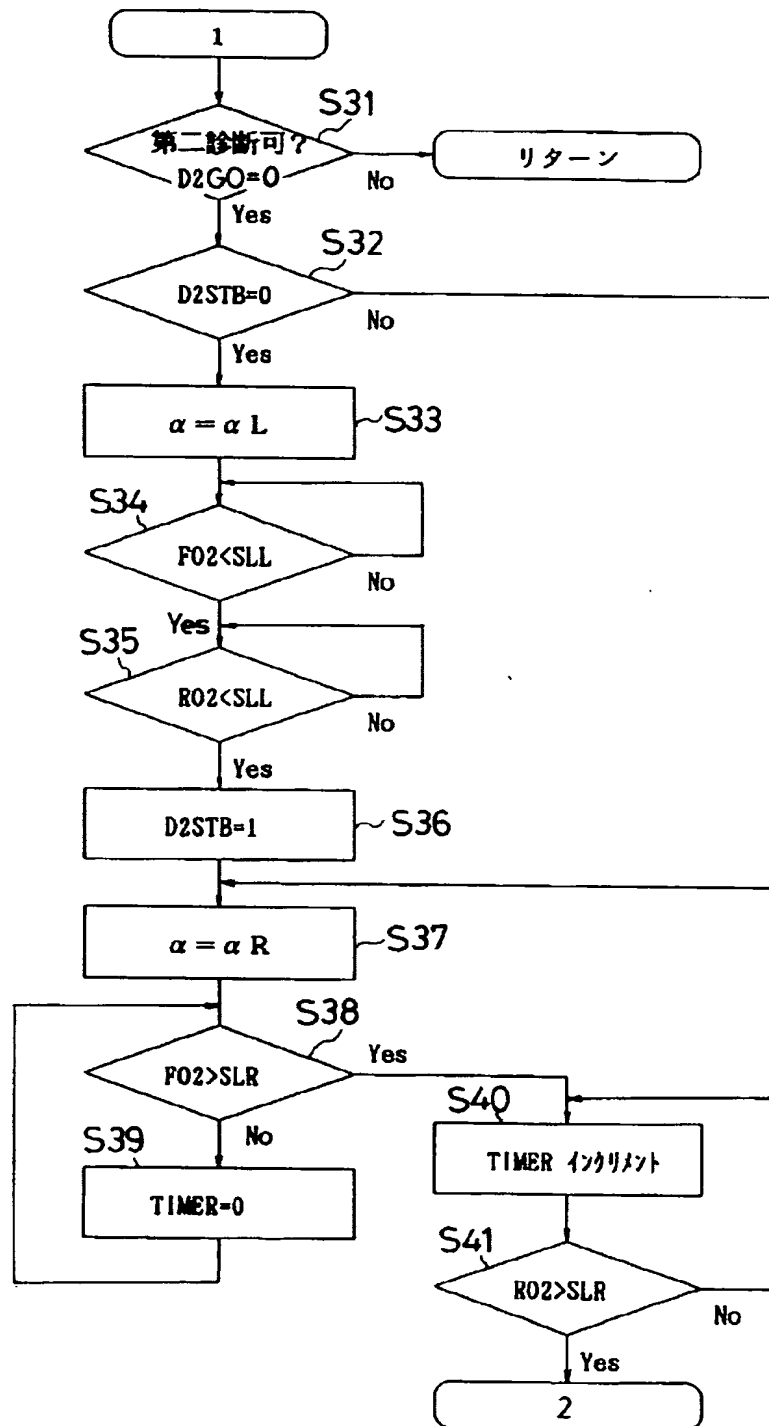
【図4】



【図5】



【図 8】



【図 9】

